

日本特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年12月27日

出願番号

Application Number:

特願2000-397246

出願人

Applicant(s):

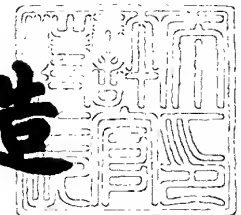
富士写真光機株式会社

RECEIVED
MAR-7 2002
TECHNOLOGY CENTER 2800

2001年11月26日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3102656

【書類名】 特許願

【整理番号】 FK0837

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01B 9/02
G01B 11/24

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県大宮市植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士写真光機株式会社内

【氏名】 ▲葛▼ 宗濤

【特許出願人】

【識別番号】 000005430

【氏名又は名称】 富士写真光機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097984

【弁理士】

【氏名又は名称】 川野 宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 041597

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 被観察体の姿勢検出方法およびこれを用いた装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出方法において

前記被観察体の位相情報を担持した縞画像データを取得し、

次に、該縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を用いた演算処理を施して、該縞画像データ中のキャリア縞の周波数を求め、

このキャリア縞の周波数に基づいて前記被観察体の傾きを検出することを特徴とする被観察体の姿勢検出方法。

【請求項 2】 前記キャリア縞の周波数を求める際には、前記フーリエ変換により得られた周波数座標系上のピークのうちの所定のピーク的位置座標を求め、この位置座標に基づいてキャリア周波数を算出する演算を行うことを特徴とする請求項 1 記載の被観察体の姿勢検出方法。

【請求項 3】 被観察体からの位相情報を検出するとともに、該被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出装置において、

前記被観察体からの位相情報を担持した縞画像データを取得する縞画像データ取得手段と、

該縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を用いた演算処理を施すフーリエ変換演算手段と、

該フーリエ変換がなされた縞画像データ中のキャリア縞の周波数を求めるキャリア縞周波数演算手段と、

このキャリア縞の周波数に基づいて前記被観察体の傾きを検出する被観察体傾き検出手段とを備えたことを特徴とする被観察体の姿勢検出装置。

【請求項 4】 被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出方法において

前記被観察体からの位相情報を担持した縞画像データを取得し、

次に、前記縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を用いた演算処理を施して、前記被観察体の位相情報を求め、

得られた該被観察体の位相情報に所定の演算処理を施すことにより前記被観察体の傾きを検出することを特徴とする被観察体の姿勢検出方法。

【請求項 5】 前記被観察体の位相情報を求める際には、前記フーリエ変換により得られた周波数座標系上のスペクトル分布のうちの所定のスペクトル分布を求め、このスペクトル分布に基づいて位相情報を算出する演算を行うことを特徴とする請求項 4 記載の被観察体の姿勢検出方法。

【請求項 6】 前記所定の演算処理が、前記被観察体の位相情報の最小二乗を求める演算処理であることを特徴とする請求項 4 または 5 記載の被観察体の姿勢検出方法。

【請求項 7】 被観察体からの位相情報を検出するとともに、該被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出装置において、

前記被観察体からの位相情報を担持した縞画像データを取得する縞画像データ取得手段と、

該縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を用いた演算処理を施すフーリエ変換演算手段と、

該フーリエ変換がなされた縞画像データに基づき前記被観察体の位相情報を求める被観察体位相情報演算手段と、

前記被観察体の位相情報に基づいて前記被観察体の傾きを検出する被観察体傾き検出手段とを備えたことを特徴とする被観察体の姿勢検出装置。

【請求項 8】 前記被観察体またはこの被観察体の傾きの基準を与える参照体がアクチュエータにより可動される移動物体であることを特徴とする請求項 1、2、4、5、6 のうちいずれか 1 項記載の被観察体の姿勢検出方法または請求項 3、7 のうちいずれか 1 項記載の被観察体の姿勢検出装置。

【請求項 9】 前記位相情報が干渉縞情報であることを特徴とする請求項 8 記載の被観察体の姿勢検出方法または被観察体の姿勢検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出方法およびこれを用

いた装置に関し、特に、干渉計等の自動ステージや自動計測機器において、アクチュエータを用いて被観察体（または基準）をシフトさせる際に、その被観察体の姿勢（傾き）を自動検出する被観察体の姿勢検出方法およびこれを用いた装置に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術および発明が解決しようとする課題】

従来より、移動する被観察体の姿勢（ピッチング、ローリング）を検出するための装置として図 9 に示す如きオートコリメータが知られている。このオートコリメータは、レーザ光束を P B S 2 0 1 および $\lambda/4$ 板 2 0 2 を介して被観察体 2 0 3 に照射し、この被観察体 2 0 3 からの反射光束を $\lambda/4$ 板 2 0 2、P B S 2 0 1 およびレンズ 2 0 4 を介してアナログ・ポジション・センサである P S D (Position Sensitive Device) 2 0 5 に照射し、この P S D 2 0 5 の中心軸から光束照射位置までの距離 d に基づいて被観察体 2 0 3 の姿勢（傾き α ）を求めるものである。なお、この場合の傾き α は $d = f \cdot \tan 2\alpha$ （ただし f はレンズ 2 0 4 の焦点距離）なる式を用いて求められる。

【 0 0 0 3 】

しかしながら、このようなオートコリメータの検出精度は上式からわかるようにレンズ 2 0 4 の焦点距離 f に比例するため、検出精度を上げようとするとも焦点距離 f が長くなり、装置が大型化する。

【 0 0 0 4 】

そこで、装置の大型化を阻止しつつ高精度に検出することを目的として、例えば図 1 0 に示す如く、被観察体 2 1 0 に 2 本の干渉変位計 2 1 1、2 1 2 を平行に設置し、各々の干渉変位計 2 1 1、2 1 2 から、基準テーブル 2 1 3 に対して垂直に配置された直定規 2 1 4 までの距離 d_1 、 d_2 の差を求め、この差に基づき被観察体 2 1 0 の姿勢（ローリング角）を算出する手法が知られている。

具体的には、ローリング角 $\gamma = \tan^{-1} ((d_1 - d_2) / D)$ で表わされる。ただし D は 2 つの干渉変位計 2 1 1、2 1 2 の距離である。

【 0 0 0 5 】

しかしながら、このような手法では、干渉変位計 2 1 1、2 1 2 を被検体に直

接取り付ける必要があり、いわゆる非接触タイプとはなっていないため種々の問題が発生するとともに、装置構成が複雑になり過ぎるという問題があった。特に、2次元姿勢検出においては干渉変位計が少なくとも3個必要となり相互のアライメント調整も煩雑である。

さらに、上述した距離Dを精密に検出する必要があり、システムの調整は極めて難しい。

【0006】

本発明は上記問題を解決するためになされたものであり、被観察体の姿勢、特に2次元的な姿勢を高精度、高速、非接触かつ簡易なシステム構成で得ることのできる被観察体の姿勢検出方法およびこれを用いた装置に関するものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明の被観察体の姿勢検出方法は、被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出方法において、

前記被観察体の位相情報を担持した縞画像データを取得し、

次に、該縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を用いた演算処理を施して、該縞画像データ中のキャリア縞の周波数を求め、

このキャリア縞の周波数に基づいて前記被観察体の傾きを検出することを特徴とするものである。

【0008】

また、前記キャリア縞の周波数を求める際には、前記フーリエ変換により得られた周波数座標系上のピークのうちの所定のピークの位置座標を求め、この位置座標に基づいてキャリア周波数を算出する演算を行うことを特徴とするものである。

【0009】

さらに、本発明の姿勢検出装置は、被観察体からの位相情報を検出するとともに、該被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出装置において、

前記被観察体からの位相情報を担持した縞画像データを取得する縞画像データ取得手段と、

該縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を用いた演算処理を施すフーリエ変換演算手段と、

該フーリエ変換がなされた縞画像データ中のキャリア縞の周波数を求めるキャリア縞周波数演算手段と、

このキャリア縞の周波数に基づいて前記被観察体の傾きを検出する被観察体傾き検出手段とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 0 】

また、本発明の被観察体の姿勢検出方法は、被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出方法において、

前記被観察体からの位相情報を担持した縞画像データを取得し、

次に、前記縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を用いた演算処理を施して、前記被観察体の位相情報を求め、

得られた該被観察体の位相情報に所定の演算処理を施すことにより前記被観察体の傾きを検出することを特徴とするものである。

【 0 0 1 1 】

さらに、前記被観察体の位相情報を求める際には、前記フーリエ変換により得られた周波数座標系上のスペクトル分布のうちの所定のスペクトル分布を求め、このスペクトル分布に基づいて位相情報を算出する演算を行うことを特徴とするものである。

【 0 0 1 2 】

また、前記所定の演算処理が、前記被観察体の位相情報の最小二乗を求める演算処理であることが望ましい。

【 0 0 1 3 】

さらに、本発明の被観察体の姿勢検出装置は、被観察体からの位相情報を検出するとともに、該被観察体の傾きを検出する被観察体の姿勢検出装置において、

前記被観察体からの位相情報を担持した縞画像データを取得する縞画像データ取得手段と、

該縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を用いた演算処理を施すフーリエ変換演算手段と、

該フーリエ変換がなされた縞画像データに基づき前記被観察体の位相情報を求める被観察体位相情報演算手段と、

前記被観察体の位相情報に基づいて前記被観察体の傾きを検出する被観察体傾き検出手段とを備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の被観察体の姿勢検出方法または被観察体の姿勢検出装置は、前記被観察体またはこの被観察体の傾きの基準を与える参照体がアクチュエータにより可動される移動物体である場合において特に有効である。

【 0 0 1 5 】

また、本発明の被観察体の姿勢検出方法または被観察体の姿勢検出装置では、前記位相情報を干渉縞情報とすること可能である。

【 0 0 1 6 】

なお、本発明の背景技術として、例えば下記文献における内容が知られている。

M. Takeda, H. Ina and S. Kobayashi: Fourier transforms method of fringe-pattern analysis for computer-based topography and interferometry, J. Opt. Soc. Am. 72, (1982) p.156.

【 0 0 1 7 】

この文献に記載された内容は、縞画像にキャリア縞を重畳させ、これにフーリエ変換を施すと、キャリア縞に対応するピークを含む複数のフーリエスペクトルのピークを得ることができるというもので、本発明の如く、フーリエスペクトルの各ピークまたはスペクトル分布が意味するところに着目し、分離された所定のピークまたはスペクトル分布に基づいて被観察体の姿勢を検出するものとは発想および目的が基本的に相違する。

【 0 0 1 8 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態に係る被観察体の姿勢検出方法について図面を用いて説明する。

【 0 0 1 9 】

この方法は、被観察体の傾きを検出する際に、被観察体からの位相情報を担持した縞画像データを取得し、次に、前記各々の縞画像データの全体または一部にフーリエ変換を施して、該縞画像データ中のキャリア縞の周波数または該縞画像データ中の被観察体の位相情報を求め、前者においては、求めたキャリア縞の周波数に基づき、後者においては、求めた被観察体の位相情報に基づき、前記被観察体の傾きを検出するものである。

【 0 0 2 0 】

以下、本発明の実施形態に係る被観察体の姿勢検出方法を、前者については実施例 1 により、後者については実施例 2 により各々個別具体的に説明する。

なお、以下の実施例においては、縞画像として干渉縞画像を例にあげ、被観察体（または参照面）が移動により被観察体と参照面の相対姿勢が傾いた場合（傾きに誤差が生じた場合）について説明する。

【 0 0 2 1 】

< 実施例 1 >

実施例 1 に係る被観察体の姿勢検出方法を図 1 のフローチャートを用いて説明する。

【 0 0 2 2 】

まず、空間キャリア縞が重畳された、被観察体の位相情報（ここでは形状情報；以下同じ）を担持してなる干渉縞画像（図 2 参照）を CCD 撮像カメラにより得る（S1）。次に、得られた干渉縞画像データに対してフーリエ変換を施し（S2）、フィルタリングによって空間キャリア周波数（ f_x , f_y ）を抽出し（S3）、このキャリア周波数に基づき被観察体の傾きを求める（S4）。

【 0 0 2 3 】

フーリエ変換縞解析法はキャリア周波数（被観察体表面と参照面との相対的な傾斜）を導入することにより、一枚の縞画像のみで被観察体表面の位相を求めることができる。キャリア周波数を導入すると干渉縞強度は次の式（1）で表される。

【 0 0 2 4 】

【数 1】

$$i(x, y) = a(x, y) + b(x, y) \cos(2\pi f_x x + 2\pi f_y y + \phi(x, y)) \quad \dots\dots (1)$$

ただし、 $a(x, y)$ は干渉縞のバックグラウンド

$b(x, y)$ は縞のビジビリティ

$\phi(x, y)$ は被観察体の位相

f_x, f_y はキャリア周波数

【0 0 2 5】

上式 (1) は下式 (2) のように変形できる。

【0 0 2 6】

【数 2】

$$i(x, y) = a(x, y) + c(x, y) \exp[i(2\pi f_x x + 2\pi f_y y)] + c^*(x, y) \exp[-i(2\pi f_x x + 2\pi f_y y)] \quad \dots\dots (2)$$

ただし、 $c^*(x, y)$ は $c(x, y)$ の共役である。

【0 0 2 7】

【数 3】

$$c(x, y) = \frac{b(x, y) \exp[i(\phi(x, y))]}{2} \quad \dots\dots (3)$$

【0 0 2 8】

上式 (3) をフーリエ変換すると、下式 (4) を得ることができる。

【0 0 2 9】

【数 4】

$$I(\eta, \zeta) = A(\eta, \zeta) + C(\eta - f_x, \zeta - f_y) + C^*(\eta - f_x, \zeta - f_y) \quad \dots\dots (4)$$

ただし、

$A(\eta, \zeta)$: $a(x, y)$ のフーリエ変換

$C(\eta - f_x, \zeta - f_y)$: $c(x, y)$ のフーリエ変換

$C^*(\eta - f_x, \zeta - f_y)$: $c^*(x, y)$ のフーリエ変換

【0 0 3 0】

ところで、上述したように (f_x, f_y) はキャリア周波数であり下式 (5) で表される。

【0031】

【数5】

$$f_x = \frac{2 \cdot \tan \theta_x}{\lambda}, \quad f_y = \frac{2 \cdot \tan \theta_y}{\lambda} \quad \dots\dots (5)$$

【0032】

すなわち、 (f_x, f_y) はキャリア周波数を表すものであるが被観察体表面と参照面との光学的な相対角度（相対姿勢）を表すものでもある。したがって、キャリア周波数 (f_x, f_y) を求めれば、被観察体表面と参照面との光学的な相対角度（相対姿勢）を求めることができることになる。

【0033】

そこで、上記フーリエ変換の結果から、図3に示す如き、周波数座標系におけるキャリア周波数のスペクトルのピーク的位置を求める。すなわち、上記 $C(n - f_x, \xi - f_y)$ のピーク位置を求めることによって (f_x, f_y) が得られ、上式 (5) に基づき、測定面の x 、 y 方向の各傾き（姿勢）である q_x と q_y を求めることができる。

【0034】

このように、縞画像データにフーリエ変換を施して得られた空間キャリア周波数 (f_x, f_y) に基づき被観察体の傾きを容易に求めることができる。

【0035】

<実施例2>

次に、実施例2に係る被観察体の姿勢検出方法を図4のフローチャートを用いて説明する。

【0036】

まず、空間キャリア縞が重畳された、被観察体の形状情報を担持してなる干涉縞画像（図2参照）をCCD撮像カメラにより得る（S11）。次に、得られた干涉縞画像データに対してフーリエ変換を施し（S12）、フィルタリングによってキャリア周波数のスペクトル分布（サイドローブ）である $C(n - f_x, \xi - f_y)$

)を抽出する (S 1 3)。次に、この分布 $C(n-f_x, \xi-f_y)$ に逆フーリエ変換を施して $c(x, y)$ を得、ラップされた位相を得る (S 1 4)。この後、アンラップ処理を施すことにより被観察体の形状情報に基づき被観察体の位相 $p(x, y)$ を求める (S 1 5)。次に、最小二乗法を用いて上記位相 $p(x, y)$ の最小二乗平面を求める (S 1 6)。最後に、最小二乗平面の微係数に基づき被観察体の傾斜を求める (S 1 7)。

【 0 0 3 7 】

ところで、従来のフーリエ解析法、例えば前述した M. TAKEDA 等の発明においては、フィルタリングによって、周波数座標系上におけるキャリア周波数のスペクトル分布 (サイドローブ) である $C(n-f_x, \xi-f_y)$ を抽出した後、そのピークをその位置 (f_x, f_y) から座標原点に移動することによりキャリア周波数を除去し、この後逆フーリエ変換を施すことにより被観察体の位相 (形状) を求めるようにしている。

【 0 0 3 8 】

これに対し、本実施例においては、被観察体の傾斜もその形状の一部と考え、前述した式 (4) におけるキャリア周波数のスペクトル分布 (サイドローブ) である $C(n-f_x, \xi-f_y)$ のピークを、移動させることなく、すなわち、キャリア周波数を除去することなくこのスペクトル分布 $C(n-f_x, \xi-f_y)$ に対して逆フーリエ変換を施す。これにより、最終的に得られた上記被観察体の位相 $p(x, y)$ には傾き成分が含まれることになる。

【 0 0 3 9 】

すなわち、上記位相 $p(x, y)$ は下式 (6) の如く表される。

【 0 0 4 0 】

【数 6】

$$\begin{aligned} p(x, y) &= 2\pi f_x x + 2\pi f_y y + \phi(x, y) \\ &= ax + by + \phi(x, y) \quad \dots\dots (6) \\ &= \tan(\theta_x) x + \tan(\theta_y) y + \phi(x, y) \end{aligned}$$

ただし、

a は最小二乗平面の x 方向の微係数

b は最小二乗平面の y 方向の微係数

【0041】

したがって、本実施例によれば、最小二乗法を用いて、キャリア周波数を除去せずに求めた被観察体の形状の最小二乗平面（形状を最小二乗法でフィッティングし得られた平面）を求め、この最小二乗平面の x 、 y 方向の微係数を求め、さらに上式（6）を用いて被観察体の傾斜 q_x と q_y を得るようにしており、これにより被観察体の傾きを容易に求めることができる。

【0042】

なお、上記実施例2においては、被観察体の形状を表す平面を求める際には、上記最小二乗法に替えて他のフィッティング手法を採用することによっても、曲面をフィッティングした所望の平面を求めることができる。

【0043】

なお、本発明の被観察体の姿勢検出方法においては、被観察体の移動前の時点においても上記と同様の手法により被観察体の傾きを求めて、これを被観察体の基準姿勢としておき、このときの角度を、前述のようにして求めた移動後の被観察体の角度から差引くことにより、この被観察体の姿勢の変化を求めるようにしてもよい。

【0044】

また、本発明の被観察体の姿勢検出方法においては、フーリエ変換を施す際に縞画像の全体を使う必要がなく、一部の縞画像であっても十分に良好な結果を得ることができる。さらに、被観察体は高反射率の表面を有している必要はなく、粗面であっても良好な結果を得ることができる。

【0045】

<被観察体の姿勢検出装置>

次に、上述した実施形態方法を実施するための装置について、図5、6、7を用いて説明する。なお、以下においては干渉計装置に適用した場合を例にあげて説明する。

【0046】

図7に示すように、マイケルソン型干渉計1において、被観察体表面2と参照

(基準) 面 3 からの両反射光束によって形成される干渉縞は、撮像カメラ 4 の C D 5 の撮像面において形成され、画像入力基板 6 を介して、C P U および画像処理用のメモリを搭載したコンピュータ 7 に入力され、入力された干渉縞画像データに対して種々の演算処理が施され、その処理結果はモニタ画面 7 A 上に表示される。なお、撮像カメラ 4 から出力される干渉縞画像データは C P U の処理により一旦メモリ内に格納されるようになっている。

【 0 0 4 7 】

一方、図 7 に示すように本装置においては、コンピュータ 7 の指示に基づき、D/A 変換基板 8 およびピエゾ駆動部 9 を介して、被観察体の表面 2 と参照面 3 の相対的なシフト量変位、すなわち物体の移動が P Z T (ピエゾ素子) アクチュエータ 1 0 によりなされるようになっている。

【 0 0 4 8 】

ところで、本装置においては、移動物体の駆動が P Z T (ピエゾ素子) アクチュエータ 1 0 によりなされるように構成されているため、移動物体の駆動操作中において、被観察体の表面 2 と参照面 3 の相対的な傾きに誤差が生じてしまうことがある。本装置では、このような相対的な傾きを、本装置のみによって正確に検出可能とするものである。

【 0 0 4 9 】

なお、上述したような姿勢制御を行わない場合において、上記 P Z T (ピエゾ素子) アクチュエータ 1 0 を用いて参照面 3 (または被観察体の表面 2) を光軸方向前後に振動させフリンジスキャンを行うようにすることも可能である。この場合には上記 2 つの面 2、3 の相対的な傾きを直してから行う。

【 0 0 5 0 】

以下、図 8 を用いて、上記 P Z T (ピエゾ素子) アクチュエータ 1 0 の 2 つの態様を説明する。

【 0 0 5 1 】

すなわち、第 1 の態様は、図 8 (A) に示すように、参照面 (参照ミラー) 3 の裏面を支持する 3 つのピエゾ素子 1 2 1、1 2 2、1 2 3 を備え、支点部材としても機能するピエゾ素子 1 2 1 と各ピエゾ素子 1 2 2、1 2 3 とを結ぶ参照面

3を有する参照ミラー上の、2本の直線 L_x 、 L_y が互いに直交するように構成されたものである。3本のpiezo素子121、122、123が同量だけ伸縮することにより物体移動が行なわれ、さらにpiezo素子122のみの伸縮により参照ミラーの参照面3がy軸を中心として回転するようにx軸方向に傾き、piezo素子123のみの伸縮により参照ミラーの参照面3がx軸を中心として回転するようにy軸方向に傾くことになる。なお、キャリア周波数と上記傾きの関係は下式(7)により表される。

【0052】

【数7】

$$f_x = \frac{2 \cdot \tan \theta_x}{\lambda} = \frac{2 \cdot (L_{PZT-X} - L_{PZT-O})}{L_x \cdot \lambda}, \quad f_y = \frac{2 \cdot \tan \theta_y}{\lambda} = \frac{2 \cdot (L_{PZT-Y} - L_{PZT-O})}{L_y \cdot \lambda} \quad \dots\dots (7)$$

ただし、

θ_x 、 θ_y ：被観察体表面の平均平面のX,Y方向の傾き

L_{PZT-O} 、 L_{PZT-X} 、 L_{PZT-Y} ：各PZTアクチュエータの変位量

【0053】

一方、第2の態様は、図8(B)に示すように、参照面(参照ミラー)3の裏面中央部を円柱状のpiezoチューブ124によって支持するように構成されたものである。このpiezoチューブ124の偏奇しない伸縮により物体移動が行なわれ、一方、偏奇した伸縮により参照ミラーの参照面3がx軸方向およびy軸方向に自在に傾けられることになる。この第2の態様においても、キャリア周波数と上記傾きの関係は上式(7)に準じた式により表される。

【0054】

しかしながら、上記いずれの態様においても、3本のpiezo素子121、122、123あるいはpiezoチューブ124の伸縮精度によって被観察体の表面2と参照面3の相対的な傾きに誤差が生じてしまうことがあり、本装置はこのような場合における傾きを良好かつ容易に検出し得るものである。

【0055】

以下、この傾き検出機能の主要部を構成するコンピュータの内部構成について

説明する。

コンピュータ 7 は、図 5 に示す如く、第 1 の態様として、ソフト的に、FFT 演算手段 1 1、キャリア周波数演算手段 1 2 および被観察体傾き検出手段 1 3 を備えている。

【0056】

この FFT 演算手段 1 1 は、前述したように、得られた干渉縞画像データの全体または一部に対してフーリエ変換を施す、図 1 におけるステップ 2 (S 2) の処理を行うものであり、キャリア周波数演算手段 1 2 は、前記 FFT 演算手段 1 1 において演算されたフーリエスペクトルに基づいてキャリア縞の周波数を求め、ステップ 3 (S 3) に相当する処理を行うものである。さらに、被観察体傾き検出手段 1 3 は、上記キャリア周波数演算手段 1 2 において演算されたキャリア周波数に基づいて前記被観察体の傾きを検出するものである (S 4 に相当する)。

【0057】

また、コンピュータ 7 は、図 6 に示す如く、第 2 の態様として、ソフト的に、FFT 演算手段 2 1、被観察体形状情報演算手段 2 2 および被観察体傾き検出手段 2 3 を備えている。

【0058】

この FFT 演算手段 2 1 は、前述したように、得られた干渉縞画像データの全体または一部に対してフーリエ変換を施す、図 4 におけるステップ 1 2 (S 1 2) の処理を行うものであり、被観察体形状情報演算手段 2 2 は、前記 FFT 演算手段 2 1 において演算されたフーリエスペクトルに基づいて前記被観察体の形状情報を演算するものであり、上記ステップ 1 3 ~ 1 5 (S 1 3 ~ 1 5) に相当する処理を行うものである。さらに、被観察体傾き検出手段 2 3 は、上記被観察体形状情報演算手段 2 2 において演算された被観察体の形状情報に基づいて、その形状の最小二乗平面 (形状を最小二乗法でフィッティングし得られた平面) を求め、前記被観察体の傾きを検出するものである (S 1 6、1 7 に相当する)。

【0059】

これにより被観察体表面 2 と参照面 3 が相対的に移動して光学的相対角度 θ の

傾きを有する状態（図 7 では模式的に被観察体表面 2 a の傾き状態により表す）となった場合にも、その傾きを容易に検出することができ、被観察体の姿勢（あるいは参照面 3 の姿勢）を常に観察することができる。

【 0 0 6 0 】

なお、本発明の方法および装置としては上記実施形態のものに限られるものではなく、その他の種々の態様の変更が可能である。例えば、移動物体の駆動としては、上記 P Z T に限られるものではなく、参照面または被観察体表面を物理的に移動させる他のアクチュエータを用いた場合にも適用が可能である。

【 0 0 6 1 】

また、上記実施形態においては、3 つの P Z T 素子を配設する態様としてこれら 3 つの部材が丁度直角三角形の各頂点に位置するようにしているが、これら 3 つの部材は参照ミラー上で任意の三角形の各頂点を形成するような配置とすることも勿論可能である。

【 0 0 6 2 】

また、上述した実施形態では、キャリア周波数として空間キャリア周波数を用いて説明しているが、本発明のキャリア周波数として、時間キャリア周波数あるいは時空間キャリア周波数を用いることが可能である。

【 0 0 6 3 】

また、上記実施形態のものにおいては、干渉縞画像データをマイケルソン型干渉計を用いて撮像しているが、フィゾー型等のその他の干渉計を用いて得られた干渉縞画像データに対しても同様に適用できることは勿論である。

【 0 0 6 4 】

また、本発明におけるキャリア縞とは、物体に傾きを与えた場合に発生する縞のほか、物体自体がいわゆる楔形状とされていてこれに基づき発生する縞をも含むものとする。

さらに、本発明は、干渉縞のみならずモアレ縞やスペckル縞、その他の種々の縞画像に対しても同様に適用可能である。

【 0 0 6 5 】

【発明の効果】

本発明の被観察体の姿勢検出方法およびこれを用いた装置によれば、被観察体の波面を求めるための1枚の縞画像データに対して、フーリエ変換による演算処理を施して、キャリア周波数または被観察体の位相情報を求め、これに基づいて被観察体の傾きを検出するようにしており、また、これらの処理はコンピュータによるソフト的な処理によって行なわれる。したがって、新たに、姿勢検出装置を設ける必要がなく、また、その検出に要する時間を大幅に短縮することができ、検出結果を高精度のものとすることができる。これにより、特に2次元姿勢を高精度で高速かつ簡易なシステム構成で得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の実施例1に係る被観察体の姿勢検出方法を説明するためのフローチャート

【図2】

本実施形態方法において用いられる縞画像データを示す概略図

【図3】

周波数座標系上に出現するフーリエスペクトルを示す概略図

【図4】

本発明の実施例2に係る被観察体の姿勢検出方法を説明するためのフローチャート

【図5】

本発明の実施例1に係る方法を実施する装置の一部を示すブロック図

【図6】

本発明の実施例2に係る方法を実施する装置の一部を示すブロック図

【図7】

本発明の実施例1、2に係る方法を実施する装置の概略構成を示すブロック図

【図8】

図7の一部を具体的に示すブロック図

【図9】

従来技術を説明するための概略図

【図 1 0】

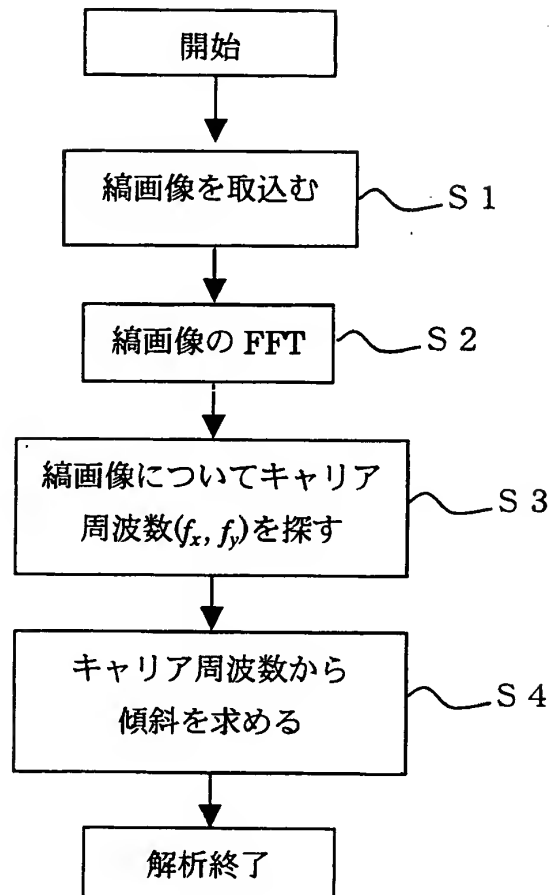
従来技術を説明するための概略図

【符号の説明】

- 1 マイケルソン型干渉計
- 2 被観察体表面
- 3 参照面
- 4 C C D カメラ
- 5 C C D
- 7 コンピュータ
- 7 A モニタ画面
- 9 ピエゾ駆動部
- 1 0 P Z T アクチュエータ
- 1 1 F F T 演算手段
- 1 2 キャリア周波数演算手段
- 1 3 被観察体傾き検出手段
- 2 1 F F T 演算手段
- 2 2 被観察体形状情報演算手段
- 2 3 被観察体傾き検出手段

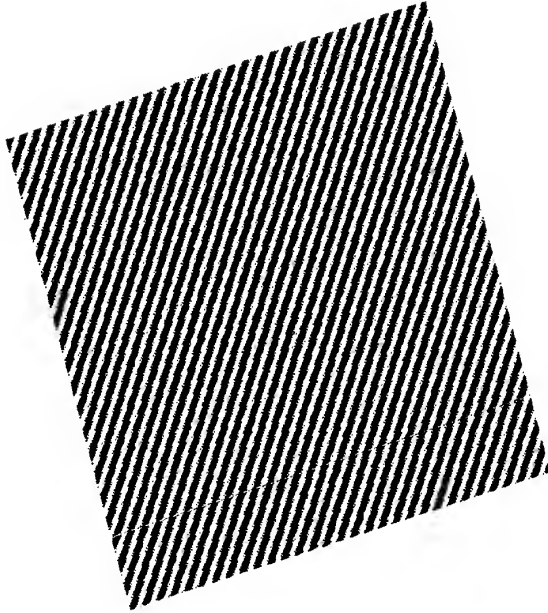
【書類名】 図面

【図 1】

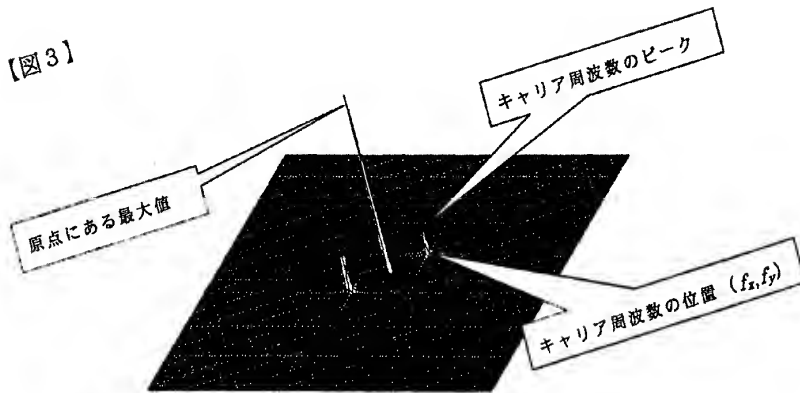


特2000-397246

【図2】

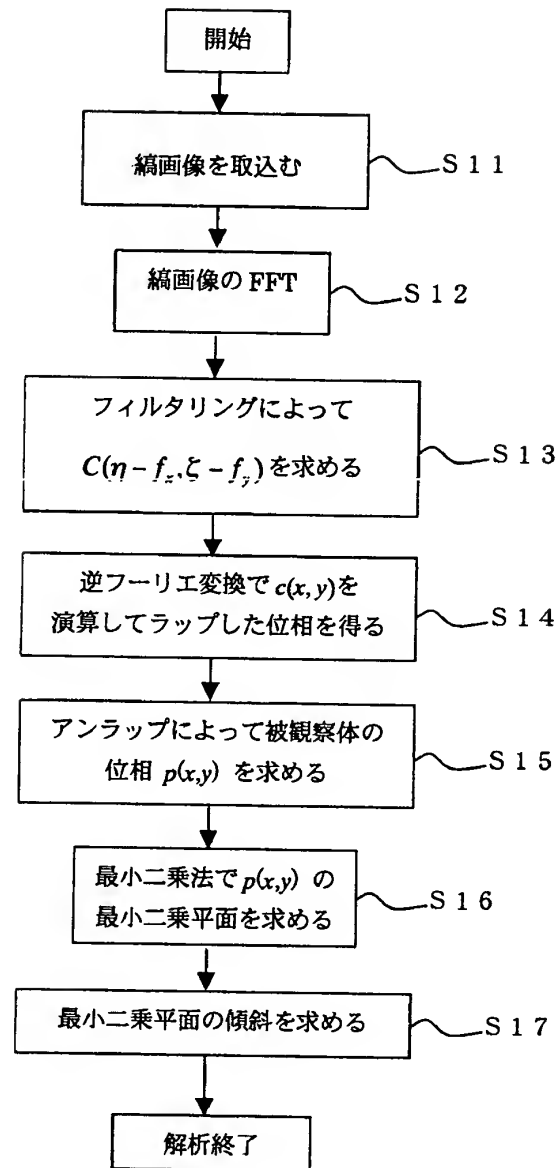


【図3】

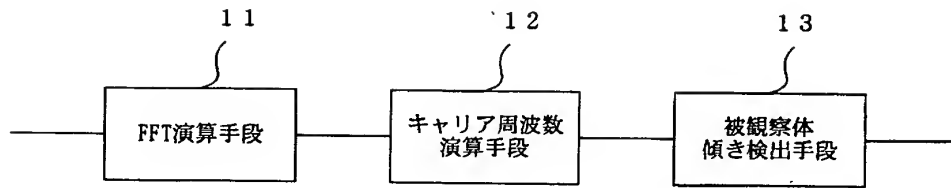


出証特2001-3102656

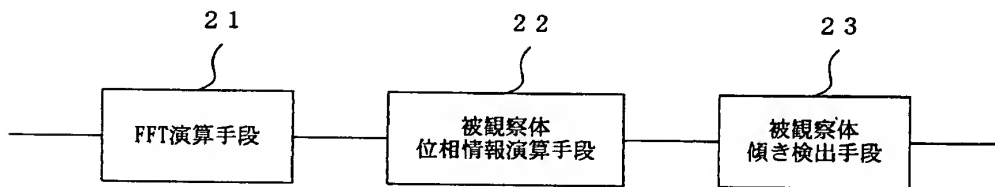
【図 4】



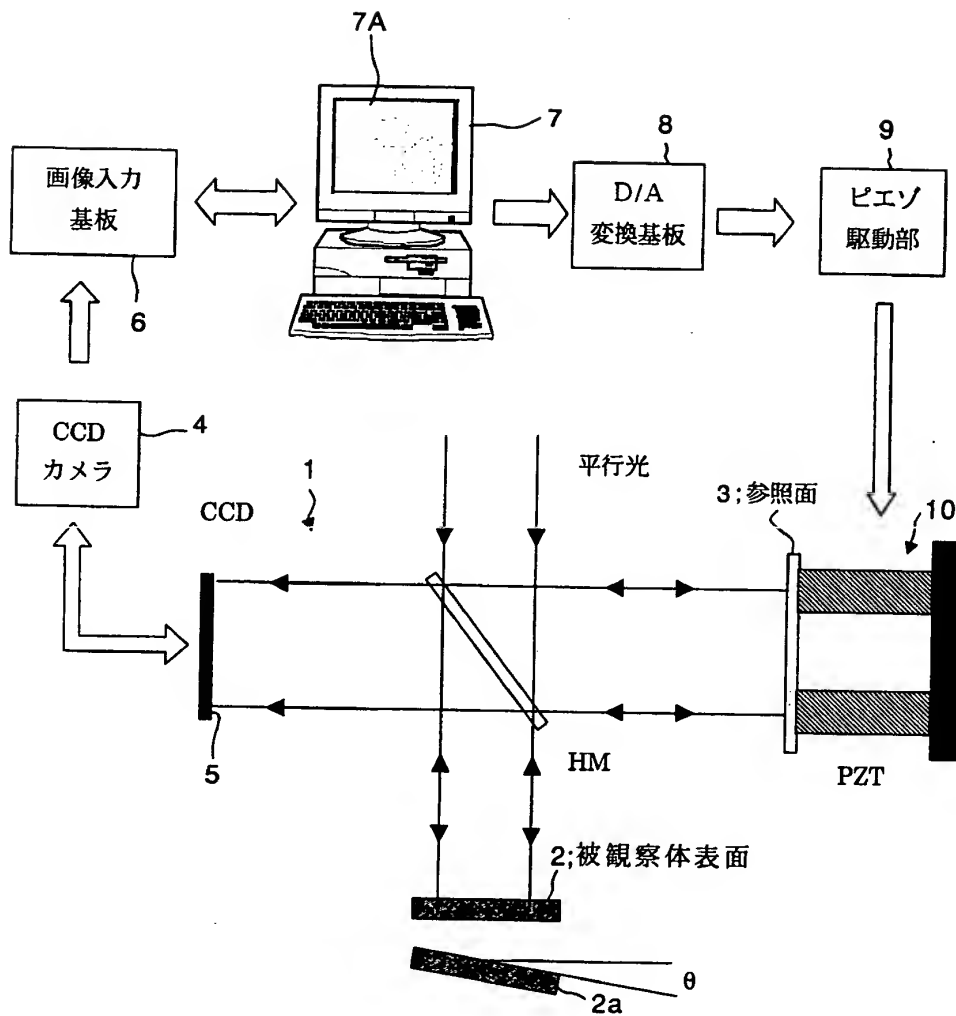
【図 5】



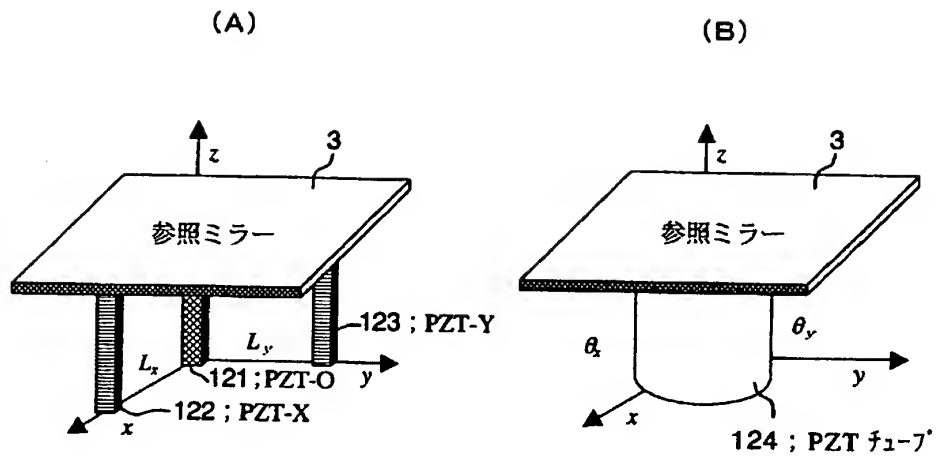
【図 6】



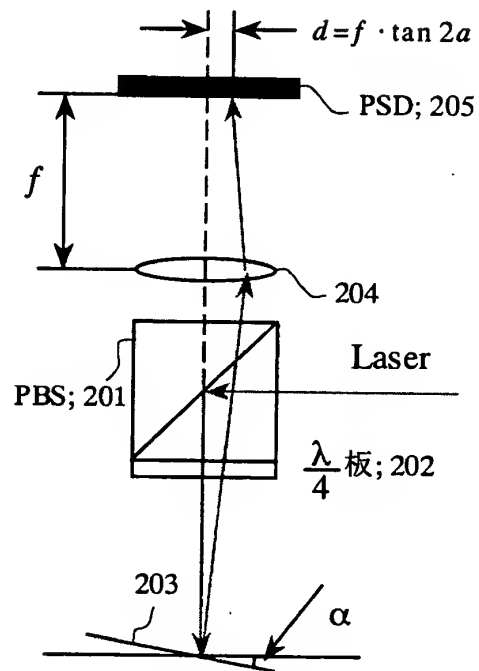
【図 7】



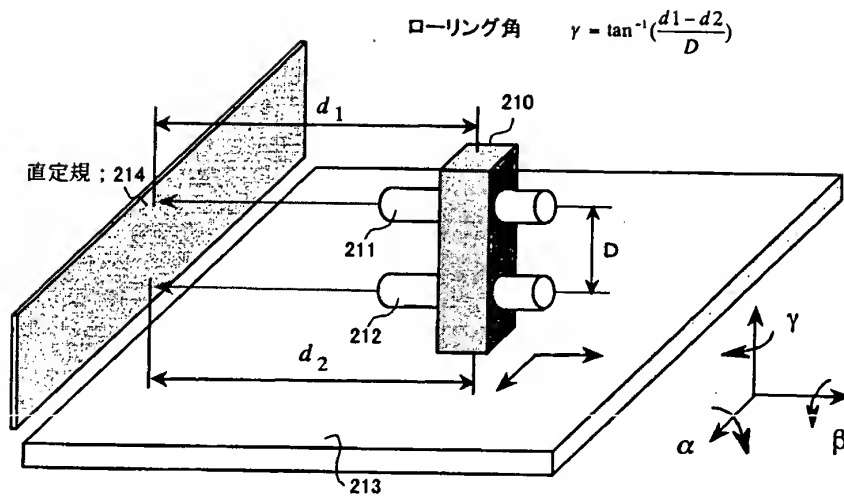
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【書類名】 要約書

【要約】

【目的】被観察体の位相情報を求めるための1枚の縞画像データに、フーリエ変換演算を施し、キャリア周波数または被観察体の位相情報を求め、これに基づいて被観察体の傾きを検出することにより、新たに、姿勢検出装置を設けることなく、その検出に要する時間を大幅に短縮することができる。

【構成】被観察体の位相情報を担持してなる干渉縞画像をCCD撮像カメラにより得る(S1)。次に、得られた干渉縞画像データに対してフーリエ変換演算を施し(S2)、フィルタリングによって空間キャリア周波数(f_x , f_y)を抽出し(S3)、このキャリア周波数に基づき被観察体の傾きを求める(S4)。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 0 - 3 9 7 2 4 6
受付番号	5 0 0 0 1 6 8 9 5 5 1
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 2 年 1 2 月 2 8 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年12月27日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005430]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地
氏 名 富士写真光機株式会社
2. 変更年月日 2001年 5月 1日
[変更理由] 住所変更
住 所 埼玉県さいたま市植竹町1丁目324番地
氏 名 富士写真光機株式会社